

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 05051692
PUBLICATION DATE : 02-03-93

APPLICATION DATE : 25-03-91
APPLICATION NUMBER : 03059268

APPLICANT : SUMITOMO METAL IND LTD;

INVENTOR : TOYAMA KAZUO;

INT.CL. : C22C 38/00 C22C 38/58

TITLE : HIGH STRENGTH ELECTRIC RESISTANCE-WELDED TUBE FOR AUTOMOBILE USE
EXCELLENT IN FATIGUE CHARACTERISTIC

ABSTRACT : PURPOSE: To improve the fatigue characteristics of a high strength electric resistance-welded tube for automobile use.

CONSTITUTION: The high strength electric resistance-welded tube has a composition which consists of, by weight, 0.06-0.30% C, $\leq 1.0\%$ Si, $\leq 2.0\%$ Mn, 0.05-0.8% Mo, 0.01-0.10% Nb, 0.005-0.04% Ti, 0.005-0.05% Sol.Al, and the balance Fe with inevitable impurities and where the contents of P, S, and N as impurities are regulated to $\leq 0.02\%$, $\leq 0.005\%$, and $\leq 0.008\%$, respectively. Besides the above components, proper amounts of one or more elements among Cr, Ni, Cu, V, and B can be incorporated. By this method, the high strength electric resistance welded tube for automobile use excellent in fatigue characteristics in a joint weld zone to the other member as well as in an electric resistance weld zone and also having 70-120kgf/mm² tensile strength can be obtained.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-51692

(43) 公開日 平成5年(1993)3月2日

(51) Int.Cl.⁵ 識別記号 序内整理番号 F I 技術表示箇所
C 2 2 C 38/06 3 0 1 A 7217-4K
38/58

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平3-59268

(22) 出願日 平成3年(1991)3月25日

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社
大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 山本 三幸

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
住友金属工業株式会社内

(72) 発明者 岡口 秀治

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
住友金属工業株式会社内

(72) 発明者 外山 和男

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
住友金属工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 徳上 照忠 (外1名)

(54) 【発明の名称】 疲労特性に優れた自動車用高強度電鍮鋼管

(57) 【要約】

【目的】 自動車用高強度電鍮鋼管の疲労特性を改善する。

【構成】 重量％で、C: 0.06~0.30%、Si: 1.0%以下、Mn: 2.0%以下、Mo: 0.05~0.8%、Nb: 0.01~0.10%、Ti: 0.005~0.04%、Sol. Al: 0.005~0.05%を含有し、残部はFeおよび不可避不純物からなり、不純物のP、SおよびNの含有量が、P: 0.02%以下、S: 0.005%以下、N: 0.008%以下である高強度電鍮鋼管。これらの成分に加えて、Cr、Ni、Cu、VおよびBのうちの1種以上を適量含有していてもよい。

【効果】 引張強度が70~120 kgf/mm²で、電鍮溶接部および他の部材との継手溶接部が疲労特性に優れた自動車用高強度電鍮鋼管が得られる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】重量%で、C:0.06~0.30%、Si:1.0%以下、Mn:2.0%以下、Mo:0.05~0.8%、Nb:0.01~0.10%、Ti:0.005~0.04%、Sol.Al:0.005~0.05%を含有し、残部はFeおよび不可避不純物からなり、不純物のP、SおよびNの含有量が、P:0.02%以下、S:0.005%以下、N:0.008%以下であることを特徴とする疲労特性に優れた自動車用高強度電線鋼管。

【請求項2】請求項1に記載の成分に加えて更に、重量%で、Cr:1.5%以下、Ni:3.0%以下、Cu:1.0%以下、V:0.10%以下およびB:0.0005~0.0020%のうちの1種以上を含有することを特徴とする疲労特性に優れた自動車用高強度電線鋼管。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、引張強度70~120kgf/mm²の高強度を有し、しかも疲労特性に優れた自動車用高強度電線鋼管に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、電線鋼管製造技術の進展に伴い、プロペラシャフト、インパクトバー等の自動車用構造部材に対して、電線鋼管の適用が著しい伸びを見せている。しかし、その電線鋼管には自動車用構造部材を軽量化し、燃費の向上や高出力化を図るために薄肉および小径化が要求されており、そのため、更なる高強度化が強く望まれるようになってきているが、電線鋼管の自動車用構造部材としての使用を考えた場合、単に静的な強度を向上させるだけでは不十分であり、荷重の繰り返しに対する耐久性（以下、疲労特性という）も同時に向上させる必要がある。ところが、自動車用構造部材としての電線鋼管は実車に装着される際に他の部材（例えば、プロペラシャフトにヨークを溶接して使用されるが、プロペラシャフトに使われる電線鋼管を高強度化してもヨークを溶接した継手溶接部や電線溶接部において前記疲労特性に関連した幾つかの問題が生じる場合がある。

【0003】その一つは、変態強化や加工強化機構を利用して高強度化した電線鋼管の場合には、溶接時の入熱によって溶接部近傍の熱影響部が軟化をきたし、引張強度の増加に対応した疲労特性の向上が得られないという問題である。

【0004】特開平2-197525号公報に、このような熱影響部の軟化を解消する一つの方法が提案されており、NbとCr又はMoの1種以上を複合添加する成分設計とし、この成分設計の鋼を熱間圧延して熱延鋼板とする際に、熱間圧延の条件を適正に調整すると、継手溶接部の熱影響部が軟化しにくい疲労特性に優れた自動車用高強度電線鋼管を得ることができると記載されている。しかしながら、この方法でも次に述べるようなもう一つの問題による疲労特性の低下を解消することができない。即ち、電線鋼管の電線溶接部およびその熱影響部に疲労亀裂が

発生し、疲労寿命を低下させるという問題である。この疲労亀裂は従来の高強度電線鋼管の全てに生ずるというのではなく、歪歪した場合にある確率で発生するものであるが、自動車の生産台数を考えた場合、こうした問題はとうてい容認できるものではなく、工業上極めて重要な問題となる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、上記のような自動車用高強度電線鋼管における問題を解消することであり、詳しくは、工業的規模で安定に歪歪することができ電線鋼管であって、電線溶接部および継手溶接部ともに十分な疲労特性を有し、引張強度が70~120kgf/mm²の高強度を具備した自動車用高強度電線鋼管を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明者は、上記課題を達成すべく数多くの実験を繰り返しながら研究を重ねた結果、素材鋼の成分、特にNb、MoおよびTiのそれぞれの含有量を適正に調整することによって、非常に優れた疲労特性を有する信頼性の高い高強度電線鋼管が得られることを見出した。

【0007】即ち、Nb含有量を0.01~0.10%、Mo含有量を0.05~0.8%の範囲にそれぞれ調整すると、極めて微細で熱的に安定した組織が得られ、継手溶接部の軟化による強度低下が抑制されること、これに加えて、Ti含有量を0.005~0.04%の範囲に調整すると、継手溶接部の疲労特性が更に向上するとともに、電線溶接部の靱性が改善されるので、電線溶接部の疲労特性も格段に向上するのである。特に、微量Tiの添加は従来解決できなかった電線溶接部に疲労亀裂が発生し、疲労寿命が低下する問題に対して、極めて有効である。

【0008】本発明は、上記知見に基づいてなされたものであって、その要旨は下記の化学組成を有する電線鋼管にある。

【0009】① 重量%で、C:0.06~0.30%、Si:1.0%以下、Mn:2.0%以下、Mo:0.05~0.8%、Nb:0.01~0.10%、Ti:0.005~0.04%、Sol.Al:0.005~0.05%を含有し、残部はFeおよび不可避不純物からなり、不純物のP、SおよびNの含有量が、P:0.02%以下、S:0.005%以下、N:0.008%以下であることを特徴とする疲労特性に優れた自動車用高強度電線鋼管。

【0010】② 上記①に記載の成分に加えて更に、重量%で、Cr:1.5%以下、Ni:3.0%以下、Cu:1.0%以下、V:0.10%以下およびB:0.0005~0.0020%のうちの1種以上を含有することを特徴とする疲労特性に優れた自動車用高強度電線鋼管。

【0011】

【作用】以下に、本発明における電線鋼管の化学組成を上記のように設定する理由を説明する。なお、成分含有量の「%」は「重量%」を意味する。

【0012】C：Cは自動車用高強度電線鋼管として必要な高強度を確保するために添加する成分である。しかし、その含有量が0.06%より少ないと引張強度が70kgf/mm²を下回り、0.30%より多いと継手溶接部および電線溶接部の靱性が低下し、疲労特性の向上が得られないので、その含有量を0.06~0.30%とした。

【0013】Si：Siは脱酸作用のほか、鋼の強度を高める作用を有しており、所望の高強度を確保する上から必要な成分であるが、その含有量が1.0%を超えると母材（電線鋼管）、継手溶接部および電線溶接部の靱性に悪影響が現れるとともに、電線溶接部に溶接欠陥が発生しやすくなり、疲労特性の向上が得られないので、その含有量を1.0%以下とした。

【0014】Mn：Mnも所望の高強度を得るために添加する成分であり、また、Mnには組織を微細化して疲労特性を向上させる効果がある。しかし、2.0%を超えて含有すると電線溶接部に欠陥が発生しやすくなり、かえって疲労強度が低下するので、その含有量を2.0%以下とした。

【0015】Mo：Moも固溶強化を通して鋼管を高強度化するとともに、継手溶接部の熱影響部（HAZ部）の軟化を抑制して、疲労特性を向上させる作用を有している。しかし、その含有量が0.05%未満では所望の効果が得られず、0.8%を超えると母材部、継手溶接部および電線溶接部の靱性が低下し、疲労特性の向上が見られないので、その含有量を0.05~0.8%とした。

【0016】Nb：Nbは主に析出物を生成することによって、強度上昇をもたらすと同時に組織を微細化して母材の靱性を向上させる効果がある。また、Nbには継手溶接部のHAZ部の軟化を抑制し、電線溶接部およびHAZ部の靱性を向上させ、疲労強度を増加させる効果もある。しかし、これらの効果はその含有量が0.01%未満では期待できず、0.10%を超えると逆に電線溶接部の靱性が低下するので、その含有量を0.01~0.10%とした。

【0017】Ti：Tiは母材と電線溶接部および継手溶接部の組織の微細化を促進するとともに、電線溶接部の靱性を改善して疲労強度特性を向上させるのに必要な成分である。

【0018】しかし、その含有量が0.005%未満では所望の効果が得られず、0.04%を超えるとかえって疲労強度が低下するので、その含有量を0.005~0.04%とした。

【0019】Sol.Al：Alは鋼の脱酸および組織の微細化に有効な成分であるが、その含有量がSol.Al量で0.005%より少ないとこれらの効果が十分に得られず、0.05%を超えると電線溶接部の靱性および疲労特性に悪影響を及ぼすので、その含有量を0.005~0.05%とした。

【0020】Cr、Ni、Cu、VおよびB：Cr、Ni、Cu、VおよびBはいずれも鋼管の強度、靱性あるいは疲労特性を改善する作用を有しているので、これらの特性を更に

改善したい場合には、上記の成分に加えて、1種又は2種以上を添加してもよい。これらの成分の含有量を特定の範囲に限定した理由は下記の通りである。

【0021】Cr：Crは鋼管の強度および靱性を向上させるとともに、継手溶接部の軟化を抑制する作用を有しているが、1.5%を超えると母材および電線溶接部の靱性が低下する他に、電線溶接部に溶接欠陥が発生しやすくなるので、その含有量は1.5%以下とするのがよい。

【0022】Ni：Niは鋼管の強度、靱性および靱性を向上させる作用を有しているが、高価な元素であり、また3.0%を超えると電線溶接部の靱性劣化を招くので、その含有量は3.0%以下とするのがよい。

【0023】Cu：Cuは鋼管の強度および靱性を向上させる作用を有しているが、1.0%を超えると熱間加工性が低下し、しかも電線溶接部の靱性も低下するので、その含有量は1.0%以下とするのがよい。

【0024】V：Vは析出物を生成して鋼管の強度を高め、且つ継手溶接部の軟化抵抗も高める作用を有しているが、0.10%を超えると母材および電線溶接部の靱性が低下するので、その含有量は0.10%以下とするのがよい。

【0025】B：Bは鋼管の強度を高める作用を有しているが、0.0005%未満では所望の強度上昇が望めず、0.0020%を超えると母材、電線溶接部および継手溶接部の靱性低下が顕著になるので、その含有量は0.0005~0.0020%とするのがよい。

【0026】本発明の電線鋼管は、上記成分の他、残部はFeおよび不可避不純物である。不純物として代表的な元素はP、SおよびNであり、これらの成分は靱性や疲労特性を損ねるので、その含有量は下記のように限定する。

【0027】P：Pは鋼中で偏析して母材、継手溶接部および電線溶接部の靱性を低下させるので、その含有量を0.02%以下に抑える。

【0028】S：SはMnやFe等と結合して非金属 inclusion を生成し、疲労特性を低下させるので、その含有量を0.005%以下に抑える。

【0029】N：Nは母材および溶接部の靱性を著しく損ねるとともに疲労特性も低下させるので、その含有量を0.008%以下に抑える。

【0030】本発明の電線鋼管は、上記化学組成を有する素材鋼を熱間圧延して鋼帯とし、これを通常の工程で電線鋼管とすることにより得られる。前記通常の工程とは、鋼帯を管状に成形した後、高周波電流により相対向するエッジ部を加熱して溶融させ、スクイズロールにより加圧圧接して製管する工程をいう。

【0031】

【実施例】表1に示す成分組成を有する鋼を溶製し、鋼片に鍛造したのち熱間圧延して板厚1.6mmの熱延鋼板とした。次いで、通常の電線鋼管製造工程により外径65mm

の電線鋼管に製管した。表2にこれらの電線鋼管の機械的性質を示す。

【0032】次いで、これらの電線鋼管を短管に切断し、それぞれの短管の両端に別途準備した接続体を溶接し、継手モデル体を作製した。継手モデル体は、図1に示すように鋼管1の両端（図では一端側のみを示す）に、鋼管との接合側2を内ぐりにより径65.5mm×肉厚2.1mmのリング状断面に加工した炭素鋼（S55C）の接続体3を、摩擦圧力：5kgf/mm²、アプセット圧力：10kgf/mm²、アプセット時間：5秒、加熱寄代：2.5mm、軸回転数：1800rpmの条件の摩擦溶接法にて溶接し、鋼管

毎にそれぞれ2体ずつ作製した。なお、鋼管側に疲労損傷が生じさせるために、この実施例では接続体の内ぐり部の肉厚を鋼管の肉厚より0.5mm厚くした。

【0033】こうして作製したそれぞれの継手モデル体に対して、トルク振幅180kgf・mの繰返しねじり荷重を負荷する疲労試験を行い、ねじり疲労寿命を調査した。調査は各鋼管毎に作製した2体の継手モデル体に対して行い、疲労寿命が短いものの結果を同じく表2に示す。

【0034】

【表1】

鋼管	鋼管の寸法	鋼管の材質	鋼管の機械的性質	鋼管の疲労寿命
1	φ65.5mm×2.1mm	S55C	引張強さ：550MPa、引張耐力：450MPa、引張伸び：15%	100000回
2	φ65.5mm×2.1mm	S55C	引張強さ：550MPa、引張耐力：450MPa、引張伸び：15%	100000回
3	φ65.5mm×2.1mm	S55C	引張強さ：550MPa、引張耐力：450MPa、引張伸び：15%	100000回
4	φ65.5mm×2.1mm	S55C	引張強さ：550MPa、引張耐力：450MPa、引張伸び：15%	100000回
5	φ65.5mm×2.1mm	S55C	引張強さ：550MPa、引張耐力：450MPa、引張伸び：15%	100000回
6	φ65.5mm×2.1mm	S55C	引張強さ：550MPa、引張耐力：450MPa、引張伸び：15%	100000回
7	φ65.5mm×2.1mm	S55C	引張強さ：550MPa、引張耐力：450MPa、引張伸び：15%	100000回
8	φ65.5mm×2.1mm	S55C	引張強さ：550MPa、引張耐力：450MPa、引張伸び：15%	100000回
9	φ65.5mm×2.1mm	S55C	引張強さ：550MPa、引張耐力：450MPa、引張伸び：15%	100000回
10	φ65.5mm×2.1mm	S55C	引張強さ：550MPa、引張耐力：450MPa、引張伸び：15%	100000回

表 1

No	化学組成 (wt%)										bal : Feおよび不純物 その他の
	C	Si	Mn	P	S	Nb	Mo	Ti	5wt% Al	N	
A1	0.18	0.22	1.32	0.015	0.003	0.031	0.21	0.013	0.025	0.0045	
A2	0.15	0.16	1.45	0.014	0.003	0.042	0.37	0.016	0.032	0.0036	
A3	0.23	0.44	1.43	0.012	0.002	0.038	0.41	0.028	0.018	0.0051	
A4	0.13	0.23	1.28	0.009	0.002	0.018	0.24	0.015	0.019	0.0055	
A5	0.28	0.24	1.56	0.012	0.004	0.028	0.35	0.032	0.024	0.0032	
A6	0.09	0.31	1.38	0.005	0.001	0.025	0.54	0.022	0.016	0.0055	Cr : 0.35
A7	0.19	0.02	1.35	0.004	0.001	0.031	0.31	0.016	0.008	0.0028	Ni : 0.15, Cu : 0.32, V : 0.045
A8	0.21	0.35	0.94	0.018	0.003	0.012	0.21	0.031	0.021	0.0045	P : 0.0017
A9	0.17	0.25	1.32	0.008	0.002	0.036	0.19	0.031	0.042	0.0044	Cr : 0.25, V : 0.058
A10	0.16	0.19	0.85	0.007	0.003	0.013	0.35	0.012	0.005	0.0015	Cr : 0.15, Ni : 1.50
A11	0.20	0.22	1.53	0.010	0.003	0.032	0.08	0.015	0.018	0.0044	V : 0.031, B : 0.0009
A12	0.12	0.18	1.31	0.008	0.002	0.012	0.12	0.014	0.009	0.0035	Cr : 0.26, Cu : 0.42
A13	0.24	0.32	1.51	0.012	0.003	0.035	0.32	0.024	0.025	0.0054	Ni : 0.31, B : 0.0015
B1	0.42	0.25	0.81	0.012	0.003	0.021	0.24	0.023	0.013	0.0055	
B2	0.21	0.32	1.31	0.015	0.004	0.024	*	0.031	0.025	0.0035	
B3	0.07	0.40	2.50	0.009	0.002	0.028	0.15	0.012	0.031	0.0043	
B4	0.18	0.25	1.43	0.008	0.001	*	0.25	0.021	0.012	0.0042	
B5	0.15	0.35	1.45	0.018	0.003	0.035	0.52	0.002	0.023	0.0052	
B6	0.17	0.40	0.55	0.026	0.003	0.025	0.15	0.015	0.034	0.0045	Cr : 0.10, V : 0.150, B : 0.0035
B7	0.21	0.25	0.72	0.015	0.007	0.022	0.12	0.075	0.025	0.0052	Ni : 0.15
B8	0.14	0.32	0.75	0.013	0.002	0.120	0.95	0.013	0.042	0.0038	
B9	0.16	0.25	0.58	0.014	0.005	*	0.02	0.015	0.035	0.0043	Cu : 0.45, V : 0.055
B10	0.21	0.34	1.34	0.009	0.003	0.025	0.15	0.032	0.031	0.0058	B : 0.0041
C1	0.19	0.25	1.43	0.009	0.002	0.035	0.42	0.001	0.038	0.0025	

(注) *印は本発明で規定する範囲外を示す。

[0035]

[図2]

表 2

	No.	引張強度 (kgf/mm ²)	降伏強度 (kgf/mm ²)	疲 勞 試 験 結 果	
				寿 命	亀裂発生部位
本 発 明 例	A 1	78.3	73.2	1.02×10^5	継手溶接部
	A 2	83.8	73.7	1.35×10^5	同 上
	A 3	94.2	84.3	2.31×10^5	同 上
	A 4	87.3	74.2	1.59×10^5	同 上
	A 5	110.8	95.2	5.46×10^5	同 上
	A 6	87.6	68.3	1.68×10^5	同 上
	A 7	88.3	83.1	1.97×10^5	同 上
	A 8	93.6	82.3	2.07×10^5	同 上
	A 9	90.2	77.5	1.74×10^5	同 上
	A 10	86.8	77.9	1.57×10^5	同 上
	A 11	89.2	81.0	1.74×10^5	同 上
	A 12	75.6	67.4	8.25×10^4	同 上
	A 13	112.5	99.8	6.02×10^5	同 上
比 較 例	B 1	108.2	87.2	1.02×10^4	電縫溶接部
	B 2	74.8	68.5	4.26×10^4	継手溶接部
	B 3	115.2	93.2	3.99×10^4	電縫溶接部
	B 4	80.3	72.5	5.42×10^4	継手溶接部
	B 5	89.2	79.5	4.33×10^4	電縫溶接部
	B 6	126.3	105.4	1.47×10^4	同 上
	B 7	97.6	90.2	1.73×10^4	同 上
	B 8	96.4	87.3	1.05×10^4	同 上
	B 9	74.9	68.3	3.28×10^4	継手溶接部
	B 10	88.3	78.2	3.88×10^4	電縫溶接部
	C 1	88.5	79.3	6.65×10^4	同 上

【0036】表2において、No. A1～A13は本発明例の電線鋼管、No. B1～B10は化学組成が本発明で規定する範囲外である比較例の電線鋼管、No. C1は化学組成が特開平2-197525号公報に記載されている化学組成に相当する比較例の電線鋼管である。

【0037】同一引張強度レベルで、本発明例の電線鋼管と比較例の電線鋼管とを比較すると、

1) 引張強度が70kgf/mm²級の電線鋼管では、本発明例(A1, A12)は比較例(B2, B9)に比べ疲労寿命が長い。これは両者ともに摩擦溶接による継手溶接部に疲労亀裂が生じたが、本発明例の電線鋼管においてその

部分の硬度低下が抑制されたことが原因である。

【0038】2) 引張強度が80kgf/mm²級の電線鋼管では、本発明例(A2, A4, A6, A7, A10, A11)は比較例(B4, B5, B10, C1)に比べ疲労寿命が長い。B4の比較例との差異の原因は上記1)と同じく、継手溶接部の硬度低下が本発明例において少ないことによる。また、B5, B10, C1の比較例の疲労寿命が極端に短いのは、電縫溶接部に疲労亀裂が生じたためである。

【0039】3) 引張強度が90kgf/mm²超級の電線鋼管では、本発明例(A3, A5, A8, A9, A13)は比

較例(B1, B3, B6, B7, B8)に比べ疲労寿命が極端に長い。この原因は両者で亀裂発生部位が異なっており、本発明例の電縫鋼管では継手溶接部、比較鋼の電縫鋼管では電縫溶接部にそれぞれ亀裂が発生していることによる。このような差異は電縫溶接部の靱性の相違に起因しており、本発明例の電縫鋼管は溶接部の靱性が高いことにより、優れた疲労特性が得られている。

【0040】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の電縫鋼管

は、高強度であり、しかも、電縫溶接部および他の部材との継手溶接部の疲労特性に優れている。また、この電縫鋼管は従来と全く同じ工程で製造することができるので、製造コストが安くもない。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1ねじり疲労寿命の測定で使用した継手モデル体とする前の鋼管の両端に摩擦圧接した接続体の形状を示す断面図である。

【図1】



